

*Хімічні технології та інженерія.
Біотехнології та біоінженерія. Екологія*

6. Воробьева Л.И. Наипольнейшие из анаэробов. Пропионовокислые бактерии для биотехнологии. *Химия и жизнь*, 2004. №5. С.19-22.
7. Инихов Г.С., Брио Н.Н. Методы анализа молока и молочных продуктов. М.: Пищевая промышленность, 2001. 422с.
8. Королев С.А. Основы технической микробиологии молочного дела. М.: Пищевая промышленность, 1999. 344с.
9. Мейнелл Д., Мейнелл Э. Экспериментальная микробиология. М.: Мир, 1997. 347с.

Надійшла до редколегії 19.11.2018.

УДК 504.064.4

DOI 10.31319/2519-2884.33.2018.206

БЄЛОКОНЬ К.В., к.т.н., доцент

Запорізька державна інженерна академія

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИКИДІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ЗАВОДСЬКОМУ РАЙОНІ М. ЗАПОРІЖЖЯ

Вступ. Здоров'я сучасної людини залежить від цілого ряду факторів: спадковості, соціально-економічного та психологічного благополуччя, доступності та якості медичного обслуговування, від способу життя, шкідливих звичок, діяльності та якості навколишнього природного середовища. Спостереження свідчать про щорічне надходження до атмосфери близько 10 млн. тонн шкідливих хімічних речовин, що на 70% обумовлено внеском стаціонарних джерел викидів. Особливої актуальності ця проблема набуває у регіонах зі значною концентрацією підприємств чорної та кольорової металургії, хімічної промисловості, машинобудівних, теплоенергетичних та металообробних підприємств, що неодмінно підкреслює актуальність вирішення питань охорони здоров'я населення, яке мешкає на техногенно-навантажених територіях України [1].

Місто Запоріжжя є одним з найбільш технологічно розвинених міст України із значним науково-технічним і виробничим потенціалом. Основу промисловості міста складає металургійний комплекс, який завдає великого впливу на стан атмосферного повітря.

Постановка задачі. У світовій практиці регулювання викидів ефективно вирішується за допомогою використання методології оцінки ризику для здоров'я населення, за допомогою якої здійснюється визначення найбільш небезпечних речовин, джерел їх викидів та заходів, які найбільш ефективно знижують ризик для здоров'я населення до прийняттого рівня.

Метою роботи є співставлення рівнів ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами стаціонарних джерел промислових підприємств м. Запоріжжя.

При виконанні роботи використано загальну процедуру методології оцінки ризику для здоров'я населення (Human Health Risk Assessment), розроблену та рекомендовану Агентством США з охорони довкілля.

Результати роботи. Ситуацію забруднення м. Запоріжжя загострює розташування основного промислового вузла з навітряної сторони стосовно житлових районів міста, що сприяє їхній загазованості. Цьому також сприяє рельєф місцевості, який є хвилястою рівниною з яружно-балочною мережею, що погіршує провітрювання тери-

торії та умови розсіювання пилогазових викидів. Промислова зона у м. Запоріжжя зосереджена у центрі та граничить з житловою забудовою, де проживає найбільша кількість населення, що прямим чином підпадає під експозицію промислових підприємств. При південному напрямку вітру забруднюється Заводський район, у якому, крім промислових підприємств, також мешкають люди. Отже, побудова прогнозу забруднення атмосферного повітря дає змогу враховувати дані при плануванні діяльності промислових об'єктів м. Запоріжжя. Якість атмосферного повітря оцінюється за рівнем забруднення як «неприпустима», а за ступенем небезпеки – «помірно небезпечна». Тому дослідження впливу забруднення атмосферного повітря на стан здоров'я жителів міста, а також розробка заходів щодо попередження зростання рівня захворюваності є дуже актуальними у наш час [1-3].

Повна схема оцінки ризику передбачає проведення чотирьох наступних етапів: ідентифікацію небезпеки, оцінку експозиції, оцінку залежності «доза-відповідь», характеристики ризику, методика виконання яких описана в [4].

Пріоритетним шляхом надходження забруднюючих речовин в організм людини є інгаляційний шлях, аналізованим середовищем визначено атмосферне повітря. Як джерела забруднення обрано такі об'єкти: ПАТ «Запоріжсталь», ПАТ «Дніпроспецсталь», ПАТ «Запорізький завод феросплавів», ПрАТ «Український графіт», ПАТ «Запоріжвогнетрив», ПрАТ «Запоріжжкокс», ТОВ «Запорізький титаномagneзійовий комбінат».

Враховувалися наступні критерії вибору пріоритетних забруднюючих речовин: оцінка токсичності забруднюючих речовин хімічних речовин, здатних впливати на здоров'я населення; аналіз даних відносно параметрів небезпеки та залежностей «доза-відповідь» (референтні концентрації; фактори канцерогенного потенціалу; чинні вітчизняні нормативи: гранично допустимі концентрації максимально разові та середньодобові); оцінка направленості впливу на органи та системи людського організму; чисельність населення, яке зазнає впливу від викидів підприємств [4].

Враховуючи критерії вибору пріоритетних забруднюючих речовин, що викидають в атмосферне повітря стаціонарні джерела Заводського району, було сформовано перелік пріоритетних забруднюючих речовин, необхідних для проведення подальших досліджень з оцінки ризику для здоров'я населення.

До переліку увійшло 9 хімічних сполук, з яких до 2 класу небезпеки (високонебезпечні речовини) відносяться сірководень, фенол, формальдегід, сірковуглець, до 3 класу небезпеки – азоту діоксид, ангідрид сірчистий, зважені речовини, до 4 класу небезпеки – вуглецю оксид, аміак.

У складі пріоритетних забруднюючих речовин одна хімічна речовина має канцерогенну дію. За класифікацією МАВР формальдегід відноситься до групи канцерогенів 1 класу, тобто найбільш небезпечних для людини.

Що стосується направленості дії та впливу пріоритетних речовин на здоров'я населення (органи та системи), то можна зазначити, що неканцерогенні речовини викликають широкий спектр порушень стану здоров'я людини, які можна розглядати як різні форми прояву токсичних ефектів. В першу чергу – це збільшення хронічних захворювань органів дихання завдяки таким хімічним речовинам, як речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастки та волокна), азоту діоксид, аміак, сірки діоксид, сірководень, фенол; серцево-судинних захворювань – оксид вуглецю, фенол, сірки діоксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастки та волокна); захворювань центральної нервової системи – оксид вуглецю, фенол [2].

На етапі оцінки експозиції по план-схемах основних промислових майданчиків 8 підприємств м. Запоріжжя було уточнено положення стаціонарних джерел викиду для 9 пріоритетних забруднюючих речовин.

Згідно з даними Головного управління статистики в місті Запоріжжі проживає 757302 чоловіки. В результаті виконання роботи встановлено, що все населення м. Запоріжжя (дитяче та доросле) було геокодоване та прив'язане до місця проживання (кожного будинку).

Було оцінено статевий (чоловіки, жінки) та віковий склад (дорослі, діти) населення, кількість проживаючих людей в конкретному будинку, щільність проживання та визначено рецепторні точки найбільшої щільності проживаючого населення, яке підпадає під експозицію.

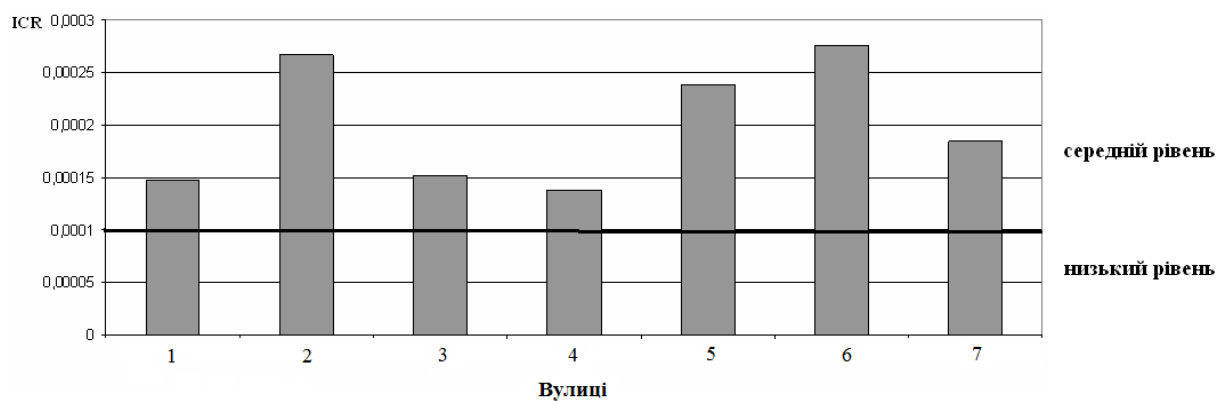
Для дослідження були вибрані наступні вулиці Заводського району: Фінальна, Фундаментальна, Посадочна, Електрична, Билкіна, Оптимістична (Соціалістична), Морфлотська, Адмірала Ушакова, Зразкова, Перспективний провулок, Історична.

Усереднені рівні добових концентрацій забруднюючих речовин, які формують експозиційні навантаження на здоров'я населення, надані Державною установою «Запорізький обласний лабораторний Центр МОЗ України» у Запорізькій області.

На етапі оцінки залежності «доза-відповідь» згідно з міжнародними критеріями оцінки якості атмосферного повітря визначено, що серед 9 пріоритетних речовин перевищують значення референтних концентрацій (RfC) рівні експозиції по PM_{10} , фенолу, сірководню, азоту діоксиду. Також спостерігається перевищення ГДК по PM_{10} , фенолу, сірководню, азоту діоксиду, сірковуглецю.

На основі розрахованих рівнів експозиції встановлено характеристики ризику для Заводського району м. Запоріжжя від забруднення атмосферного повітря, обумовлені викидами промислових підприємств.

Результати розрахунків індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення на досліджуваних вулицях Заводського району $1,15 \cdot 10^{-4} \div 2,76 \cdot 10^{-4}$ свідчать про середній рівень ризику ($10^{-4} < ICR < 10^{-3}$, прийнятний для професійних груп і неприйнятний для населення в цілому, характерний для більшості великих промислових міст) при гострому впливі (рис.1). Поява такого ризику потребує розробки та проведення планових оздоровчих заходів.



1 – вул. Фінальна; 2 – вул. Фундаментальна; 3 – вул. Посадочна;
4 – вул. Оптимістична; 5 – вул. Морфлотська; 6 – вул. Зразкова; 7 – вул. Історична

Рисунок 1 – Індивідуальний канцерогенний ризик від формальдегіду в Заводському районі

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці інгалаційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів ($HQ > 1$) і знаходяться у таких межах:

- на вул. **Фінальна** коефіцієнт небезпеки знаходиться у межах: для сірководню

HQ = $3,85 \div 4,95$, ангідриду сірчистого – $2,98 \div 4,32$, азоту діоксиду – $0,99 \div 2,9$, фенолу – $1,87 \div 2,17$, формальдегіду – $3,07 \div 3,9$, оксиду вуглецю – $0,77 \div 1,07$;

- на вул. **Фундаментальна** HQ знаходиться у межах: для сірководню – $3,8 \div 5,1$, ангідриду сірчистого – $3,4 \div 5,2$, азоту діоксиду – $1,92 \div 2,55$, фенолу – $1,77 \div 2,33$, формальдегіду – $3,77 \div 7$, оксиду вуглецю – $0,73 \div 0,87$, сірковуглецю – $0,08$;

- на вул. **Посадочна** HQ знаходиться у межах: для сірководню – $4,5$, ангідриду сірчистого – $6,2$, азоту діоксиду – $3,97$, фенолу – $3,67$, формальдегіду – 4 , оксиду вуглецю – 1 , сірковуглецю – $0,08$;

- на вул. **Морфлотська** HQ знаходиться у межах: для сірководню – $4,1 \div 4,7$, ангідриду сірчистого – $2,32 \div 2,44$, азоту діоксиду – $1,92 \div 3,88$, фенолу – $2 \div 2,83$, формальдегіду – $3,33 \div 3,97$, оксиду вуглецю – $0,97 \div 1,07$, сірковуглецю – $0,07$;

- на вул. **Оптимістична** HQ знаходиться у межах: для сірководню – $4,1 \div 7$, ангідриду сірчистого – $1,92 \div 4,32$, азоту діоксиду – $2,17 \div 2,95$, фенолу – $1,83 \div 2$, формальдегіду – $3,67$, оксиду вуглецю – $0,87 \div 1,07$;

- на вул. **Адмірала Ушакова** HQ знаходиться у межах: для сірководню – $3,95$, ангідриду сірчистого – 3 , азоту діоксиду – 3 , фенолу – $1,67$;

- на вул. **Зразкова** HQ знаходиться у межах: для сірководню – $3,6 \div 5,5$, ангідриду сірчистого – $3 \div 5$, азоту діоксиду – $1,63 \div 7,22$, фенолу – $2,2 \div 2,5$, формальдегіду – $2,08 \div 4,33$, оксиду вуглецю – $0,87 \div 1,07$, сірковуглецю – $0,07$;

- на вул. **Перспективний провулок** HQ знаходиться у межах: для сірководню – $5,5$, ангідриду сірчистого – $2,64$, азоту діоксиду – $2,48$, фенолу – $2,17$, оксиду вуглецю – $1,03$;

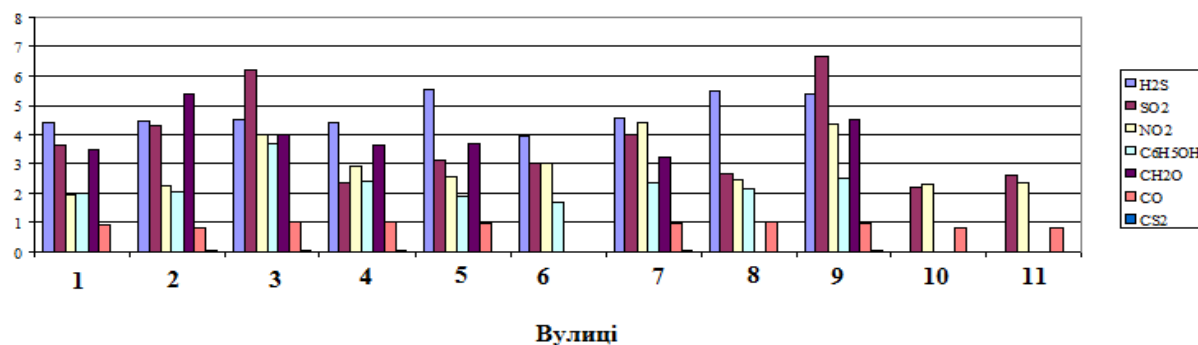
- на вул. **Історична** HQ знаходиться у межах: для сірководню – $4,2 \div 6,5$, ангідриду сірчистого – $5,6 \div 7,74$, азоту діоксиду – $2,95 \div 5,75$, фенолу – $2,33 \div 2,67$, формальдегіду – $4,5$, оксиду вуглецю – $0,93 \div 1$, сірковуглецю – $0,08$;

- на вул. **Електрична** HQ знаходиться у межах: для ангідриду сірчистого – $2,22$, азоту діоксиду – $2,175 \div 2,45$, оксиду вуглецю – $0,73 \div 0,87$;

- на вул. **Билкіна** HQ знаходиться у межах: для ангідриду сірчистого – $2,04 \div 3,2$, азоту діоксиду – $2,3 \div 2,4$, оксиду вуглецю – $0,67 \div 0,97$.

Значення коефіцієнта небезпеки забруднюючих речовин на досліджуваних вулицях представлено на рис.2.

HQ



1 – вул. Фінальна; 2 – вул. Фундаментальна; 3 – вул. Посадочна; 4 – вул. Морфлотська;
5 – вул. Оптимістична; 6 – вул. Адмірала Ушакова; 7 – вул. Зразкова;
8 – Перспективний провулок; 9 – вул. Історична; 10 – вул. Електрична; 11 – вул. Билкіна
Рисунок 2 – Коефіцієнти небезпеки забруднюючих речовин на досліджуваних вулицях
Заводського району

Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про наявність перевищень

безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при гострому інгаляційному впливі на органи дихання, кровоносну систему, органи зору, серцево-судинну систему, центральну нервову систему, вроджені дефекти розвитку. Індекси небезпеки знаходяться в таких межах:

- на вул. **Фінальна** у направленні на: органи дихання $HI = 13,23 \div 15,95$, кровоносну систему – $1,86 \div 3,8$, органи зору – $2 \div 5,77$, серцево-судинну систему – $2,67 \div 3,2$, центральну нервову систему – $2,67 \div 3,2$, вроджені дефекти розвитку – $0,87 \div 1,07$;

- на вул. **Фундаментальна** у направленні на: органи дихання $HI = 14,57 \div 22,18$, кровоносну систему – $2,65 \div 3,55$, органи зору – $5,1 \div 9,33$, серцево-судинну систему – $2,5 \div 3,33$, центральну нервову систему – $2,5 \div 3,41$, вроджені дефекти розвитку – $0,73 \div 1,08$;

- на вул. **Посадочна** у направленні на: органи дихання $HI = 22,34$, кровоносну систему – $4,97$, органи зору – $7,67$, серцево-судинну систему – $4,67$, центральну нервову систему – $4,75$, вроджені дефекти розвитку – $1,08$;

- на вул. **Оптимістична** у направленні на: органи дихання $HI = 10,22 \div 16,27$, кровоносну систему – $3,04 \div 3,92$, органи зору – $1,83 \div 5,54$, серцево-судинну систему – $2,7 \div 2,97$, центральну нервову систему – $2,7 \div 2,97$, вроджені дефекти розвитку – $0,87 \div 1,07$;

- на вул. **Морфлотська** у направленні на: органи дихання $HI = 14,49 \div 19,61$, кровоносну систему – $2,95 \div 4,95$, органи зору – $5,7 \div 6,16$, серцево-судинну систему – $2,97 \div 3,9$, центральну нервову систему – $2,7 \div 3,97$, вроджені дефекти розвитку – $0,97 \div 1,14$;

- на вул. **Адмірала Ушакова** у направленні на: органи дихання $HI = 12,02$, кровоносну систему – 3 , органи зору – $1,67$, серцево-судинну систему – $1,67$, центральну нервову систему – $1,67$;

- на **Перспективному провулку** у направленні на: органи дихання $HI = 12,79$, кровоносну систему – $3,51$, органи зору – $2,17$, серцево-судинну систему – $3,2$, центральну нервову систему – $3,2$, вроджені дефекти розвитку – $1,03$;

- на вул. **Зразкова** у направленні на: органи дихання $HI = 12,73 \div 22,55$, кровоносну систему – $2,5 \div 8,29$, органи зору – $2 \div 6,53$, серцево-судинну систему – $3,2 \div 3,5$, центральну нервову систему – $3 \div 3,57$, вроджені дефекти розвитку – $0,87 \div 1,07$;

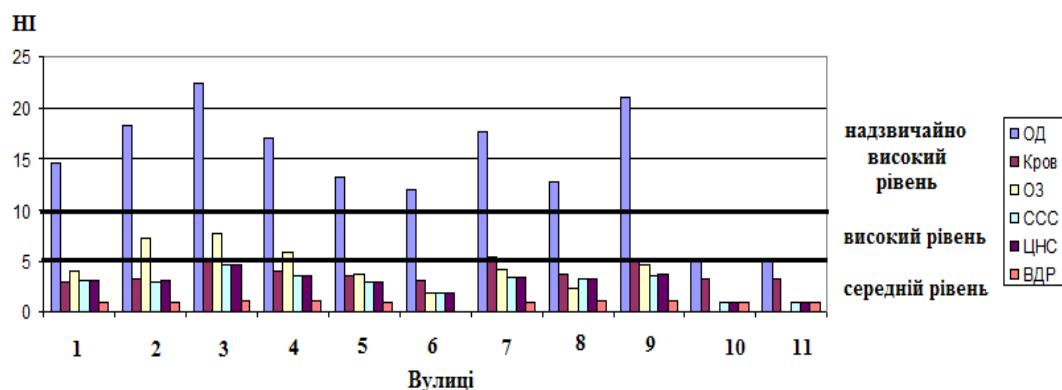
- на вул. **Історична** у направленні на: органи дихання $HI = 17,38 \div 24,86$, кровоносну систему – $3,95 \div 6,68$, органи зору – $2,33 \div 7,17$, серцево-судинну систему – $3,33 \div 3,6$, центральну нервову систему – $3,41 \div 3,6$, вроджені дефекти розвитку – $0,93 \div 1,08$;

- на вул. **Електрична** у направленні на: органи дихання $HI = 4,67 \div 5,175$, кровоносну систему – $2,9 \div 3,32$, серцево-судинну систему – $0,73 \div 0,87$, центральну нервову систему – $0,73 \div 0,87$, вроджені дефекти розвитку – $0,73 \div 0,87$;

- на вул. **Билкіна** у направленні на: органи дихання $HI = 4,44 \div 5,5$, кровоносну систему – $2,97 \div 3,37$, серцево-судинну систему – $0,67 \div 0,97$, центральну нервову систему – $0,67 \div 0,97$, вроджені дефекти розвитку – $0,67 \div 0,97$.

Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про надзвичайно високий рівень при гострому інгаляційному впливі на органи дихання на всіх вулицях (масові скарги, виникнення хронічних захворювань), крім вул. Електричної та Билкіна, де індекси небезпеки знаходяться на середньому рівні (існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення), на вул. Фундаментальна, Посадочна, Морфлотська індекси небезпеки на органи зору знаходяться на високому рівні (існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшій частини населення), індекси небезпеки на кровоносну, серцево-судинну, центральну нервову системи, вроджені дефекти розвитку знаходяться на середньому рівні (існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення).

Загальний вигляд індексів небезпеки на досліджуваних вулицях Заводського району представлено на рис.3.



1 – вул. Фінальна; 2 – вул. Фундаментальна; 3 – вул. Посадочна; 4 – вул. Морфлотська;
5 – вул. Оптимістична; 6 – вул. Адмірала Ушакова; 7 – вул. Зразкова;
8 – Перспективний провулок; 9 – вул. Історична; 10 – вул. Електрична; 11 – вул. Билкіна

Рисунок 3 – Індеси небезпеки органів і систем на вулицях, що досліджувалися

Висновки.

1. Результати розрахунків індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення на досліджуваних вулицях $1,15 \cdot 10^{-4} \div 2,76 \cdot 10^{-4}$ свідчать про середній рівень ризику при гострому впливі.

2. У Заводському районі значення коефіцієнтів небезпеки при інгаляційному впливі перевищують допустимий рівень для всіх речовин, крім оксиду вуглецю та знаходяться на середньому та високому рівнях.

3. Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про надзвичайно високий рівень при гострому інгаляційному впливі на органи дихання на всіх вулицях, крім вулиць Електричної та Билкіна, де індекси небезпеки знаходяться на середньому рівні, на вул. Фундаментальна, Посадочна, Морфлотська індекси небезпеки на органи зору знаходяться на високому рівні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белоконь К.В. Про підвищення екологічної безпеки газових викидів металургійних підприємств [Текст] / К.В.Белоконь // Збірник наукових праць «Металургія». – Запоріжжя: ЗДІА. – 2011. – Вип. 25. – С.164-169.
2. Белоконь К.В. Повышение экологической безопасности предприятий электродного производства путём каталитического обезвреживания газовых выбросов / К.В.Белоконь // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – Харьков: ХНАДУ. – 2015. – Вып. 70. – С.42-49.
3. Белоконь К.В. Анализ экологической безопасности выбросов предприятия ОАО «Украинский графит», содержащих оксид углерода и углеводороды / О.В.Рыбалова, К.В.Белоконь // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: збірник наукових праць. – Харків: УкрНДІЕП. – 2012. – Вип. 34. – С.61-71.
4. Методичні рекомендації. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: Наказ МОЗ № 184 від 13.04.2007 р. – К., 2007. – 28с.

Надійшла до редколегії 24.09.2018.